

Publicação de
Divulgação
Científica
para Crianças

chc

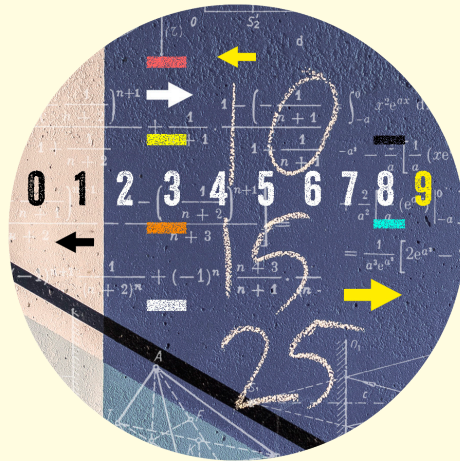


Ciência Hoje das Crianças

E S P E C I A L



Curiosidades da História da Matemática



Já reparou no quanto a matemática está presente no nosso dia a dia? Na verdade, a matemática surgiu desde muito cedo na história da humanidade, quando os seres humanos ainda caçavam e coletavam alimentos para sobreviver e precisavam contar e medir as coisas. Essa relação tão próxima foi se desenvolvendo ao longo do tempo, fazendo com que a matemática evoluísse junto com a humanidade. Prepare-se para descobrir alguns fatos curiosos que confirmam a importância da matemática, sua diversidade e suas mais variadas aplicações.

A matemática e o mapa da cólera



Bomba pública de água de Londres, responsável pelo surto de cólera de 1854.

Foto Wikipédia

Você sabia que a matemática foi a chave para descobrir a origem de uma epidemia de cólera que atingiu Londres no século 19?

Tudo aconteceu em uma época em que a Inglaterra passava por um rápido desenvolvimento econômico por causa da Revolução Industrial, que trouxe grandes mudanças para o país, com a invenção de novas máquinas e o crescimento das cidades. Mas esse desenvolvimento também tornou mais graves alguns problemas sociais, como a pobreza, a falta de saneamento básico e a poluição.

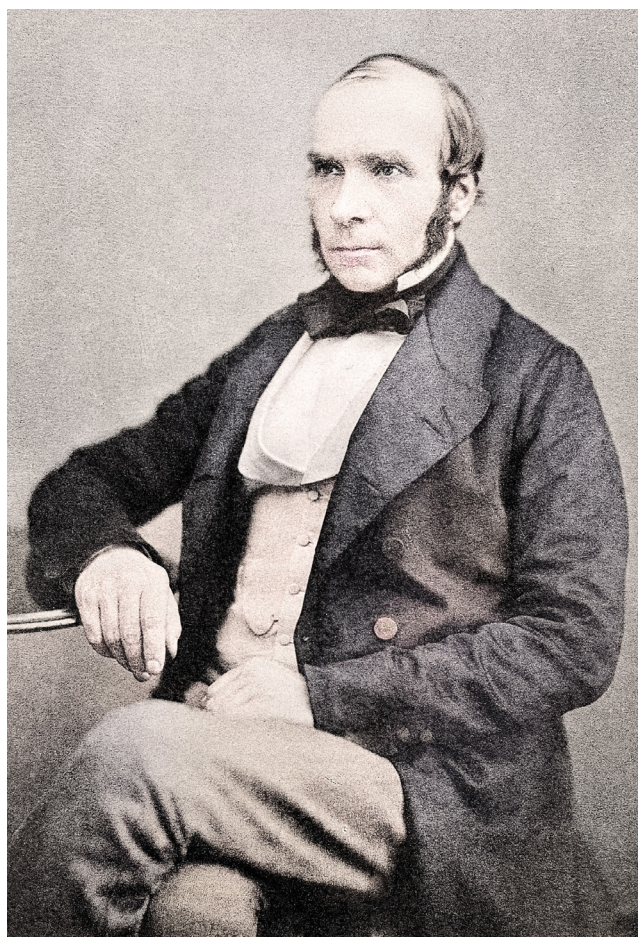
Então, em 1854, Londres passou por um surto de cólera que destruiu famílias inteiras. Na época, acreditava-se que a cólera era transmitida pelo ar, mas um médico chamado John Snow provou que a doença era transmitida pela água.

Snow coletou dados sobre os locais onde ocorreram mortes por cólera e organizou essas informações em um mapa. Cada barra no mapa representava uma morte em uma casa. Em algumas casas, morreram até 18 pessoas. Com o mapa, foi possível constatar que a maioria das mortes aconteceu perto de uma bomba de água na rua Broad. Snow achava que essa bomba estava contaminada e que era a fonte da doença, e seu mapa confirmava essa ideia. Mas havia outras bombas por perto. Como ele poderia provar que era essa bomba que estava fazendo mal às pessoas?

Snow decidiu verificar então o tempo que se levava para ir caminhando até a bomba da rua Broad e traçou uma curva no mapa que marcava os pontos onde a bomba da rua Broad estava a uma distância igual de caminhada das bombas de água vizinhas. Para as pessoas que moravam na região cercada pela curva, a bomba da rua Broad era a fonte de água mais próxima. E boa parte das mortes marcadas no mapa estava na região.

Portanto, Snow mostrou que a bomba de água na rua Broad era a fonte daquela epidemia de cólera. Seus estudos ajudaram a salvar muitas vidas e são usados até hoje para analisar a propagação de doenças e outros fenômenos.

Hoje em dia, essa imagem matemática em que um mapa é dividido em regiões que reúnem todos os pontos mais próximos de um mesmo local é chamada diagrama de Voronoi e tem diversas aplicações.



John Snow.

Foto Wikipédia



Em 1854, John Snow marcou as casas de pacientes que desenvolveram sintomas da cólera, em torno da rua Broad, em Londres, onde o surto parecia estar concentrado.

Matemática nos hospitais de guerra

Wikipédia



Em 1853, a disputa pelo controle dos territórios do Oriente Médio deu origem a uma guerra entre o Império Russo e uma aliança formada pelo Império Otomano (território onde hoje fica a Turquia), a França, a Grã-Bretanha e a Sardenha. A Guerra da Crimeia, nome dado a esse conflito, durou até 1856. Em meio ao terrível acontecimento, uma iniciativa baseada na matemática resultou em melhorias nas condições dos hospitais para onde eram levados os soldados feridos.

Durante essa guerra, a inglesa Florence Nightingale, uma das primeiras mulheres a trabalhar como enfermeira em um campo de batalha, ficou famosa por sua dedicação e pelo cuidado que dispensava aos soldados feridos. Em seu trabalho, ela notou que mais soldados estavam morrendo de doenças infecciosas nos hospitais do que em combate.

Nightingale acreditava que as infecções eram causadas pela falta de higiene nos hospitais improvisados para cuidar dos soldados e decidiu fazer algo para mudar isso. Então começou a coletar dados sobre as causas de morte e criou um diagrama para ilustrar seus resultados. Esse diagrama, que lembra uma pizza, mostrava as causas das mortes dos soldados ao longo do tempo. Cada 'fatia' da pizza representava um mês do ano e o tamanho de cada fatia mostrava o número de mortes. A enfermeira usou cores diferentes para representar diferentes causas de morte, como ferimentos de guerra, doenças infecciosas e outras doenças.

Depois, ela enviou esse diagrama, conhecido como diagrama da rosa, à Rainha Vitória, que governou o Reino Unido de 1837 a 1901, e conseguiu mostrar, de maneira muito clara, que a maioria das mortes não era causada por



Florence Nightingale por volta de 1850.

Imagem Museu Florence Nightingale/domínio público

ferimentos de guerra, mas sim por doenças infecciosas. Isso levou a uma mudança importante na maneira como os hospitais militares eram administrados, com mais atenção à higiene e à prevenção de doenças.

Florence Nightingale foi eleita a primeira mulher membro da Sociedade Real de Estatística e, mais tarde, tornou-se membro honorário da Associação Americana de Estatística. Ela estabeleceu a primeira escola de formação profissional para enfermeiros, a Escola de Treinamento Nightingale, no Hospital St. Thomas, em Londres. Fez campanha incansavelmente para melhorar os padrões de saúde, publicando mais de 200 livros, relatórios e panfletos sobre planejamento e organização de hospitais, que ainda são muito lidos e respeitados, incluindo seu trabalho mais famoso, realizado durante a Guerra da Crimeia.

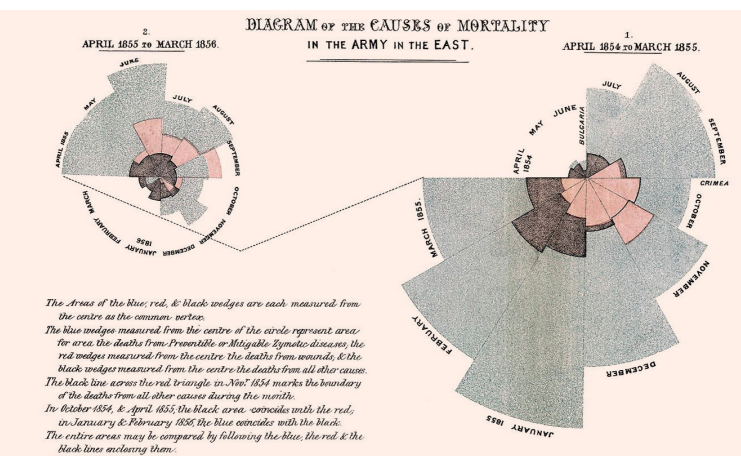


Diagrama da rosa de Florence Nightingale.

Imagem Royal Collection Trust/domínio público

Mapas distorcidos



Você já deve ter percebido que existem várias maneiras de representar a superfície de nosso planeta. Você pode usar, por exemplo, um globo terrestre ou um mapa. O globo parece mais próximo do formato real da Terra, concorda? Mas a verdade é que cada forma de representação tem suas vantagens e desvantagens...

Um globo terrestre, por exemplo, é mais difícil de transportar e não nos deixa ver todos os pontos da superfície da Terra ao mesmo tempo. Já um mapa permite visualizar toda a superfície terrestre de uma vez, pode ser dobrado e facilmente transportado. Mas há um grande problema nos mapas: sempre ocorre alguma distorção na área representada.

Esse problema foi apontado pelo matemático alemão Johann Carl Friedrich Gauss, que deduziu, a partir de conceitos matemáticos, que qualquer representação plana de um globo terrestre modelado como uma esfera sempre terá algum tipo de deformação, seja no tamanho das áreas, nos ângulos ou as distâncias entre elas.

Por exemplo: os mapas mais usados atualmente alteram o tamanho das áreas próximas aos polos. Isso faz com que a Groenlândia pareça do mesmo tamanho da África, quando, na realidade, o continente africano é quatorze vezes maior!

A distorção dos mapas ocorre porque é impossível representar uma superfície curva em um plano sem distorcer alguma coisa. É como tentar esticar a casca de uma laranja para ficar plana (experimente!)



O matemático alemão Johann Carl Friedrich Gauss.

Imagem Wikipédia

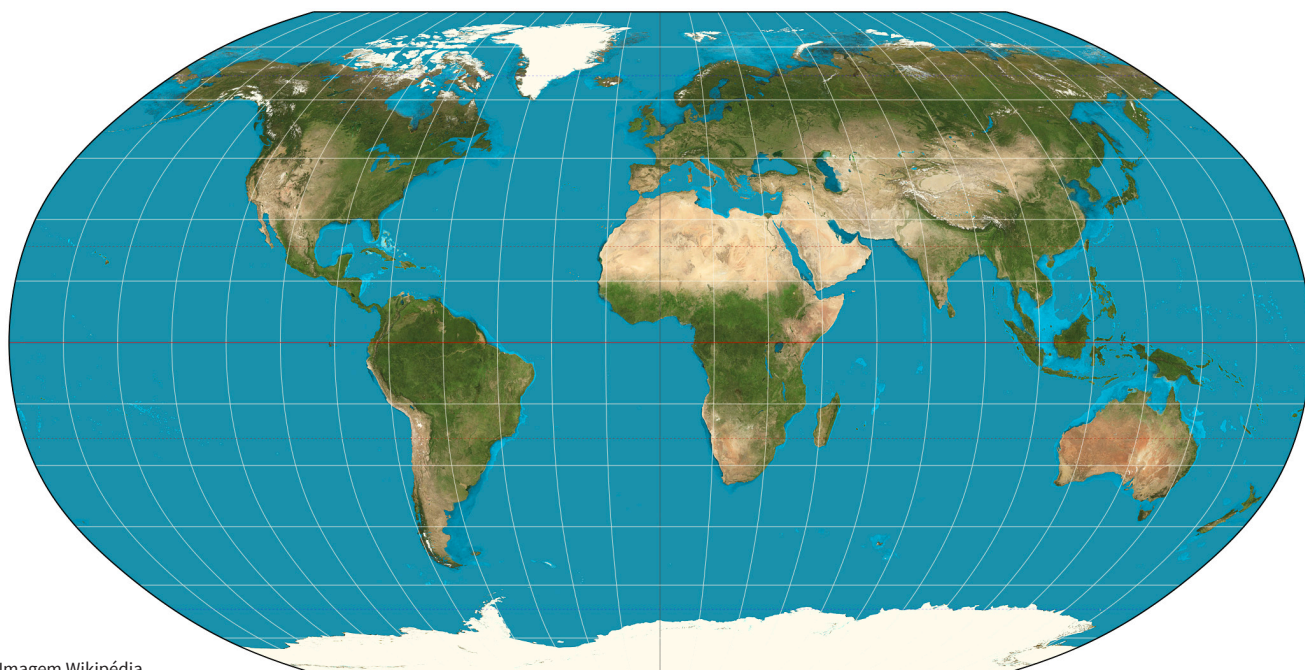


Imagem Wikipédia

Corpo humano e matemática juntos



Quem nunca mediu alguma distância ou o tamanho de um objeto usando dedos, palmos ou passos? Há muito tempo, o corpo humano tem sido usado como base para medidas. Uma delas, usada desde a Idade Antiga até hoje (em alguns poucos lugares), tem um nome bastante curioso: cúbito, que vem da palavra *cubitus* (cotovelo, em latim).

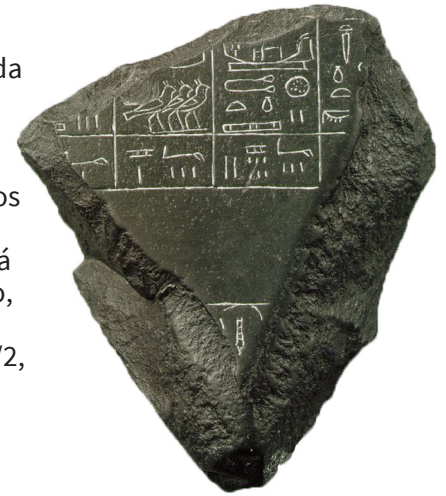
O cúbito (também chamado de côvado) é uma unidade de medida de comprimento que se baseia na distância entre o cotovelo e mão, mas não existe uma descrição exata da medida do cúbito. Alguns o definem como a medida do cotovelo à ponta do dedo médio. Outros usam definições parecidas, como: a medida do cotovelo à base da mão, ou a medida do cotovelo a um ponto entre o polegar e o dedo mínimo em uma mão esticada.

Na verdade, a medida de um cúbito varia ao longo da história e de acordo com a região: existem os cúbitos egípcios real e comum, o romano, o grego, o assírio, o sumério, o da Bíblia Cristã etc. O cúbito romano, por exemplo, tem 444 milímetros, enquanto o cúbito palestino tem 641 milímetros.

Já o cúbito real egípcio, cuja medida varia entre 523 e 525 milímetros, é dividido em 7 palmos com 4 dedos cada, totalizando, assim, 28 dedos. Há ainda, nesse cúbito, indicações das frações unitárias $1/2$, $1/3$, ..., $1/16$ de um dedo.

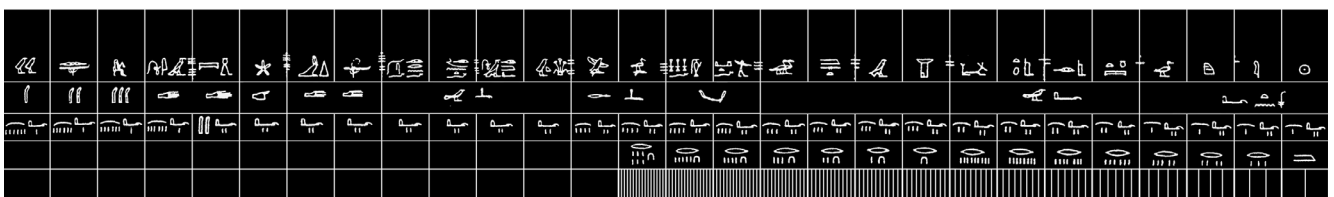
Nos hieróglifos, a escrita do Egito antigo, o cúbito tem a forma de um braço com a palma da mão virada para baixo.

Imagina o risco de encomendar uns móveis ou uma porta em cúbitos no antigo Egito! Devia ter até torcida na hora de encaixar os objetos no espaço disponível, não?



Peça 1 da Pedra de Palermo, que mostra hieróglifos representando o cúbito. Ela está exposta no Museu do Louvre, em Paris.

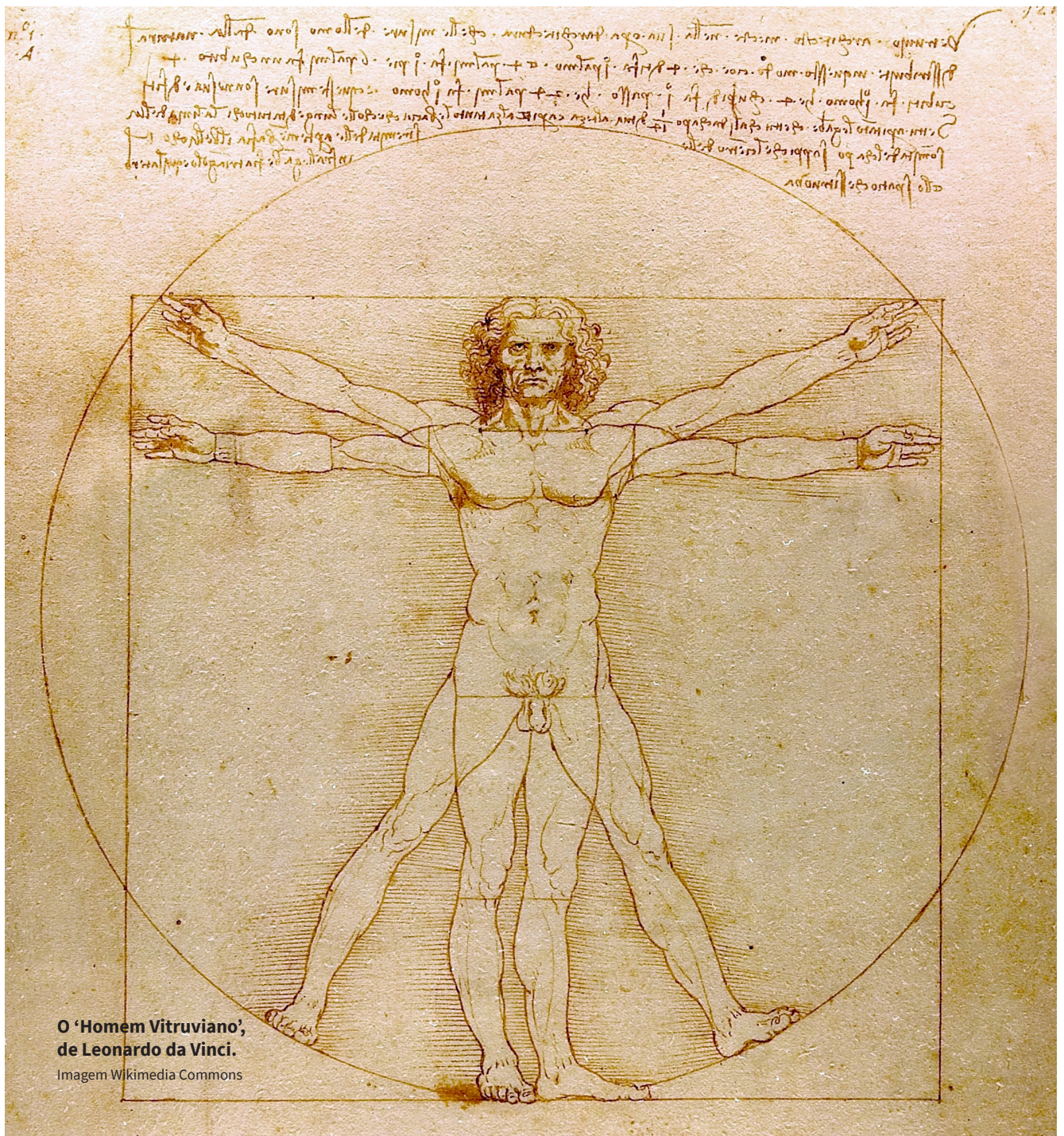
Foto Wikimedia Commons



Cúbito egípcio. A imagem do alto mostra um cúbito que pertenceu a Maya, supervisor do tesouro do faraó Tutancâmon, e está exposto no Museu do Louvre, em Paris.

Foto Wikimedia Commons

Arquitetura do corpo humano



O 'Homem Vitruviano',
de Leonardo da Vinci.

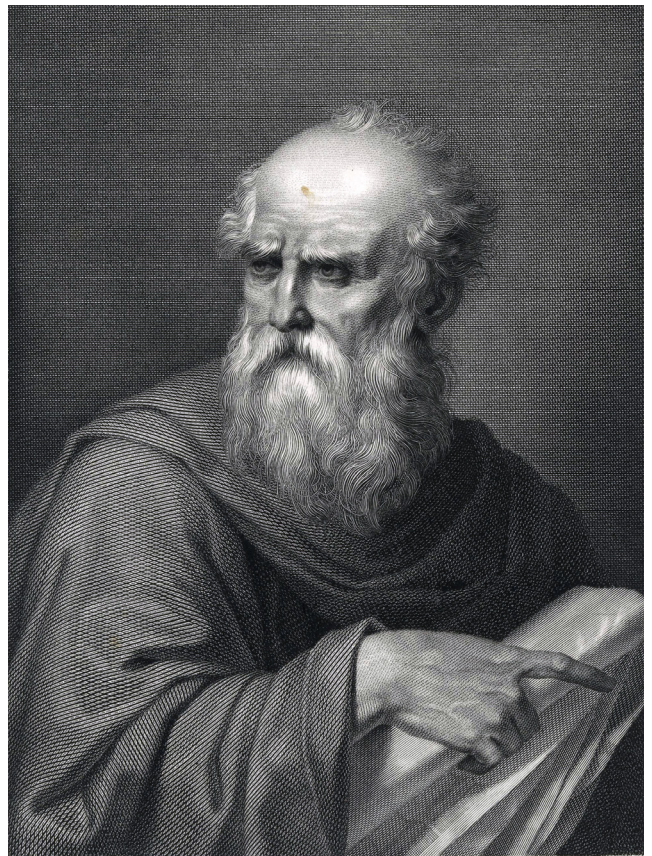
Imagem Wikimedia Commons

Imagine se a formação do corpo humano seguisse as mesmas regras matemáticas que um arquiteto usa para construir uma casa ou edifício, em que o tamanho e a disposição de portas e janelas e a dimensão dos cômodos, por exemplo, obedecem a certos padrões. Difícil? Pois não precisa se esforçar muito pra imaginar não. Essa ideia foi colocada em prática no século 15 pelo grande inventor, anatomista, matemático e artista italiano Leonardo da Vinci.

Da Vinci foi o criador de uma famosa ilustração chamada 'Homem Vitruviano', uma referência ao arquiteto e engenheiro romano Marcus Vitruvius Pollio, que viveu no século 1 antes da nossa Era. Vitruvius foi o primeiro (como ele próprio dizia) a reunir todos os conhecimentos de arquitetura de forma organizada e ficou conhecido pelo tratado *Os dez livros sobre arquitetura*.

A ilustração do 'Homem Vitruviano' nada mais é do que um desenho do corpo humano com proporções sugeridas por Vitruvius em seu tratado de arquitetura. Mas que proporções foram essas? Anote!

- ▶ O comprimento dos braços estendidos de um homem é igual à sua altura.
- ▶ A distância entre a raiz do cabelo e a linha do queixo é um décimo da altura de um homem.
- ▶ A largura máxima dos ombros é um quarto da altura de um homem.
- ▶ A distância do topo da cabeça para a linha do queixo é um oitavo da altura de um homem.
- ▶ A distância do topo da cabeça para a linha dos mamilos é um quarto da altura de um homem.
- ▶ A distância do cotovelo para a axila é um oitavo da altura de um homem.
- ▶ A distância do cotovelo para a ponta da mão é um quarto da altura de um homem.
- ▶ A distância da linha do queixo para o nariz é um terço da altura da cabeça.
- ▶ O comprimento da mão é um décimo da altura de um homem.
- ▶ A distância da raiz do cabelo para a linha das sobrancelhas é um terço da altura da face.
- ▶ A distância do topo da cabeça até a linha inferior do pescoço é um sexto da altura de um homem.



Vitruvius e Leonardo da Vinci.

Imagens Wikimedia Commons

Matemática e arte



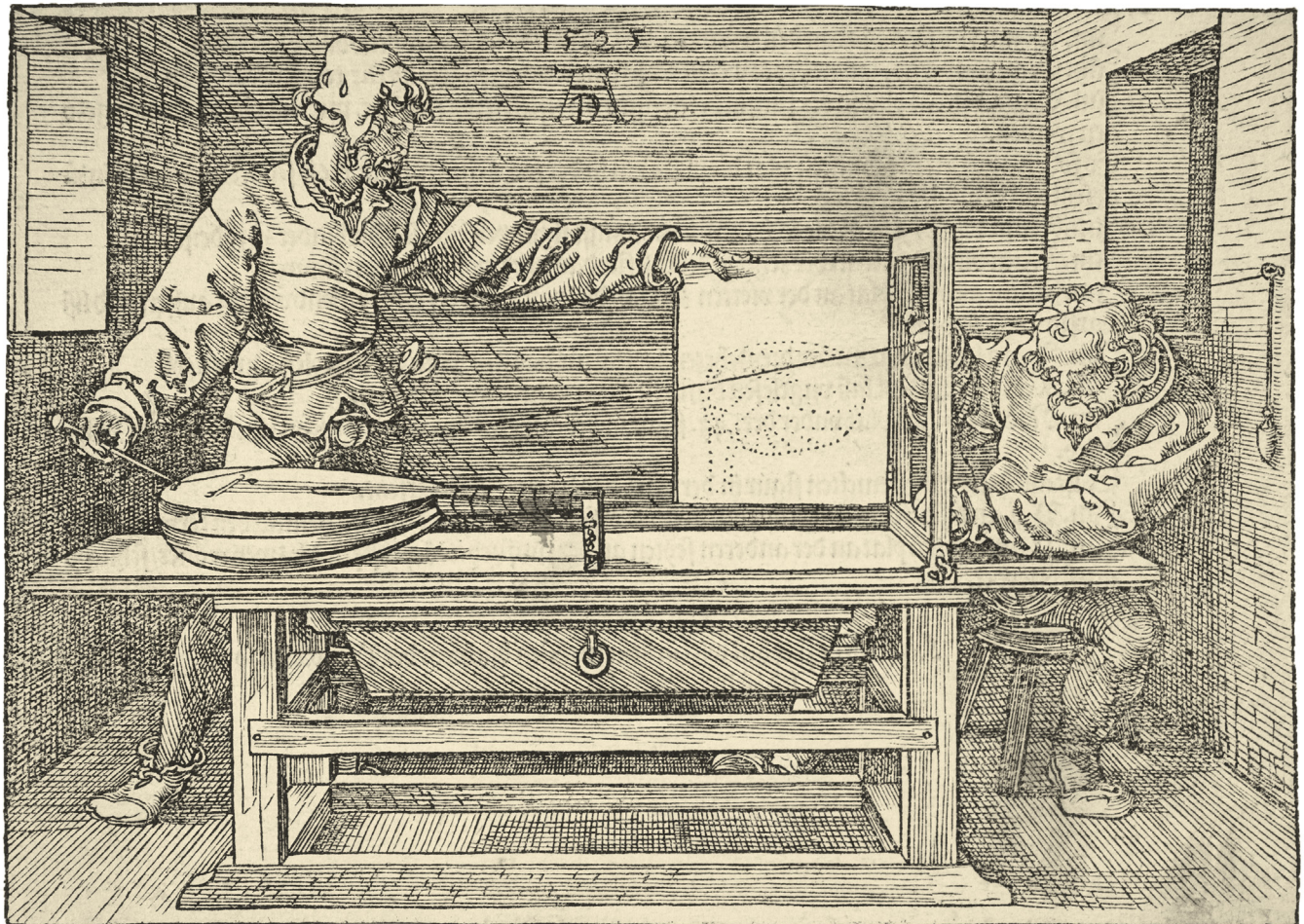
Existem *videogames* tão realistas que até parece que estamos dentro dos jogos, não é mesmo? Para projetar esses ambientes e a ilusão de que podemos entrar neles, é preciso usar uma técnica de desenho capaz de representar os objetos em três dimensões – altura, largura e profundidade. Essa técnica, chamada perspectiva, pertence a um campo da matemática que estuda formas, tamanhos e espaços: a geometria.

Fazer desenhos em perspectiva é uma técnica usada não apenas nos *videogames* modernos, como também em desenhos animados. Mas seu uso é bem mais antigo. A técnica de perspectiva mudou o estilo da arte durante o Renascimento, uma época entre os séculos 14 e 15 em que houve uma grande mudança na forma como as pessoas viam o mundo. Foi quando o ser humano, não mais a religião, passou a ser a figura central de tudo.

Essa mudança também se refletiu nas artes. Os artistas da época, como Leonardo da Vinci, passaram a usar a técnica da perspectiva para fazer pinturas tridimensionais, para que parecessem

mais realistas. Assim, a ciência se conectou cada vez mais à arte. Tanto que os artistas não eram apenas pintores, mas também cientistas e matemáticos.

Essa mudança de estilo na arte levou à invenção de vários dispositivos para ajudar os artistas a desenhar em perspectiva. E, graças à forte conexão entre arte e ciência, artistas-cientistas como Leonardo da Vinci e Albrecht Dürer desenvolveram e utilizaram instrumentos específicos para auxiliar no desenho em perspectiva. Veja um exemplo na figura.



No alto da página Albrecht Dürer e, acima, seu dispositivo para desenhar em perspectiva.

Uma grande confusão!



Imagine uma cena em que os objetos foram desenhados de forma aleatória, sem qualquer preocupação com a profundidade. Você não sabe o que está na frente, o que está mais ao fundo... É simplesmente uma grande confusão!

Isso pode acontecer quando o artista que desenhou a cena não conhece totalmente as regras do desenho em perspectiva, que é aquele capaz de representar ambientes e objetos em três dimensões, criando uma ilusão de profundidade.

Para alertar as pessoas sobre as contradições que podem aparecer em um desenho feito sem o conhecimento das propriedades da perspectiva, o pintor, cartunista e crítico social inglês William Hogarth produziu uma gravura chamada 'Sátira sobre a falsa perspectiva' (na página anterior), em que apresenta, de propósito, alguns exemplos de efeitos confusos e equívocos de perspectiva. Será que você consegue identificar esses elementos estranhos na gravura?



False Perspective Exemplified

Mais um exemplo de falsa perspectiva, de William Hogarth: uma obra capaz de confundir!

Imagem Wikimedia Commons

Ossos e madeira para contar



Desde os tempos em que os seres humanos sobreviviam da caça e da coleta de alimentos, havia a necessidade de contar coisas. As habilidades de contagem poderiam ter muitas aplicações práticas, como manter o controle de animais, medir o tempo e registrar acontecimentos. No início, a contagem era feita apenas utilizando a fala e a memória. Depois, começaram a ser usados objetos físicos para registro da contagem. Eles eram um tipo de 'memória externa', que poderia ser acessada por outras pessoas, inclusive gerações futuras. Isso foi um grande salto para a comunicação e o armazenamento de informações!

Entre os objetos usados para contar e registrar informações estão os ossos. Sim, os ossos são um material natural e abundante, que é fácil de encontrar e manusear. Eles são também resistentes ao desgaste, o que os torna uma boa escolha para registros que precisam durar por muito tempo.

Os primeiros registros da prática de riscar ossos para contagem são da pré-história, de um período entre 35 mil e 20 mil anos antes da nossa Era. Entre esses ossos, está o Osso de Ishango.

O Osso de Ishango mede aproximadamente 10,2 centímetros, mais ou menos o tamanho de um lápis, e foi descoberto na África em 1957, pelo geólogo belga Jean de Heinzelin de Braucourt. O nome 'Ishango' se refere ao local da sua descoberta, que é uma subestação do Parque Nacional Virunga, no Congo. Até hoje não se sabe de qual animal esse osso vem.

Fazer riscos ou marcas de contagem é um método de registro de quantidades usado por muitas culturas diferentes ao redor do mundo, desde os tempos antigos até os dias atuais. No período



Bastão de contagem medieval Inglês (frente e verso). As inscrições que registram uma dívida de valores devidos pela compra de ovelhas.

Foto Wikimedia Commons

medieval (que vai do século 5 ao 15), os bastões de contagem, bastante usados para registro de dívidas e valores a receber, eram feitos de madeira e tinham entalhes que representavam diferentes quantias. Uma vez que os registros estavam feitos, o bastão era então dividido ao meio, ficando uma metade com quem fazia, vendia ou emprestava e a outra com quem devia. Quando a dívida era paga, as duas metades do bastão eram unidas para provar que não havia mais pendências.

Os bastões de contagem foram muito importantes para os primeiros comerciantes, porque permitiam que eles controlassem suas negociações sem a necessidade de registros escritos. Afinal, no período medieval muitas pessoas eram analfabetas e o papel era algo bem caro.

Mesmo após o desenvolvimento da escrita, as marcas de contagem continuaram a ser usadas como uma maneira rápida e fácil de acompanhar números. Quem nunca usou o método em certas ocasiões?



O 'Osso de Ishango', visto de diferentes ângulos.

Reprodução

De ossos a peças de argila



Se você leu a curiosidade anterior, já sabe que, no tempo em que as pessoas ainda sobreviviam da caça e da coleta de alimentos, elas faziam riscos em ossos para contar tudo aquilo que desejavam. Acontece que os ossos tinham algumas desvantagens. Por exemplo: como fazer para diminuir uma contagem? Fica difícil apagar um risco feito em um osso, já que é um material rígido e quebradiço.

Da necessidade de recalcular, veio a ideia de usar peças de argila para fazer contagens. Essas peças, chamadas de *tokens* em inglês (que significa símbolo, sinal, conta ou código, em português), tinham formatos diferentes: cones, esferas, discos, cilindros etc. Cada *token* representava um tipo de mercadoria. Frascos de óleo, por exemplo, eram contados com *tokens* ovóides, enquanto pequenas medidas de grãos eram representadas com cones, grandes medidas de grãos com esferas e por aí vai...

Os *tokens* eram colocados dentro de peças ocas – esféricas ou ovais –, também de argila, chamadas envelopes ou ‘bullae’. Eram peças simples, que mediam cerca de 5 a 7 centímetros e tinham um buraco no meio feito com os próprios dedos.

Até hoje, já foram encontrados cerca de 130 envelopes e 70 fragmentos de envelopes.

Aproximadamente 100 envelopes estão completos, e a maioria vem do Irã. Os envelopes eram marcados com selos de autoridades (uma espécie de ‘carimbo’). Em geral, um único selo era pressionado em toda a peça, mas há casos em que dois ou três selos diferentes foram usados em um mesmo envelope. Além disso, alguns envelopes apresentam a cor vermelha, o que sugere que eles foram assados.

Mas os envelopes tinham um problema: os *tokens* ficavam escondidos dentro deles e não era possível verificar o conteúdo de um envelope sem quebrá-lo. Então, uma forma de mostrar o que estava dentro dos envelopes era colocar um conjunto de marcas na sua superfície, pelo lado de fora. Essas marcas eram provavelmente idênticas aos *tokens* guardados dentro dos envelopes, e isso era feito afundando os *tokens* na argila enquanto ela ainda estava mole.

No início, essas marcas eram usadas para complementar os *tokens*, mas, depois, os envelopes ocios com *tokens* foram substituídos por placas de argila com marcas prensadas. Essas marcas ainda mantinham a forma dos *tokens*, mas elas assumiram uma função totalmente nova. Isso foi um passo decisivo na invenção da escrita, uma grande revolução na comunicação que teve origem na matemática.



Envelope com *tokens*, datados de cerca de 3.300 antes da nossa Era.

Foto Museu do Louvre

Letras que representam números



Conhece os números romanos? Na escola, aprendemos que, no sistema de numeração romano, 1 é representado pela letra I, 5, pela letra V, 10, pela letra X, 50, pela letra L, 100, pela letra C, 500, pela letra D e 1.000, pela letra M. Mas nem sempre foi assim...

Por exemplo, os romanos antigos nunca usaram M para representar 1.000 ou MM para 2.000. Eles usavam CIC para 1.000 e CIC CIC ou, em alguns casos, IIM, para 2.000, usando o M como uma abreviação para a palavra 'mille'.

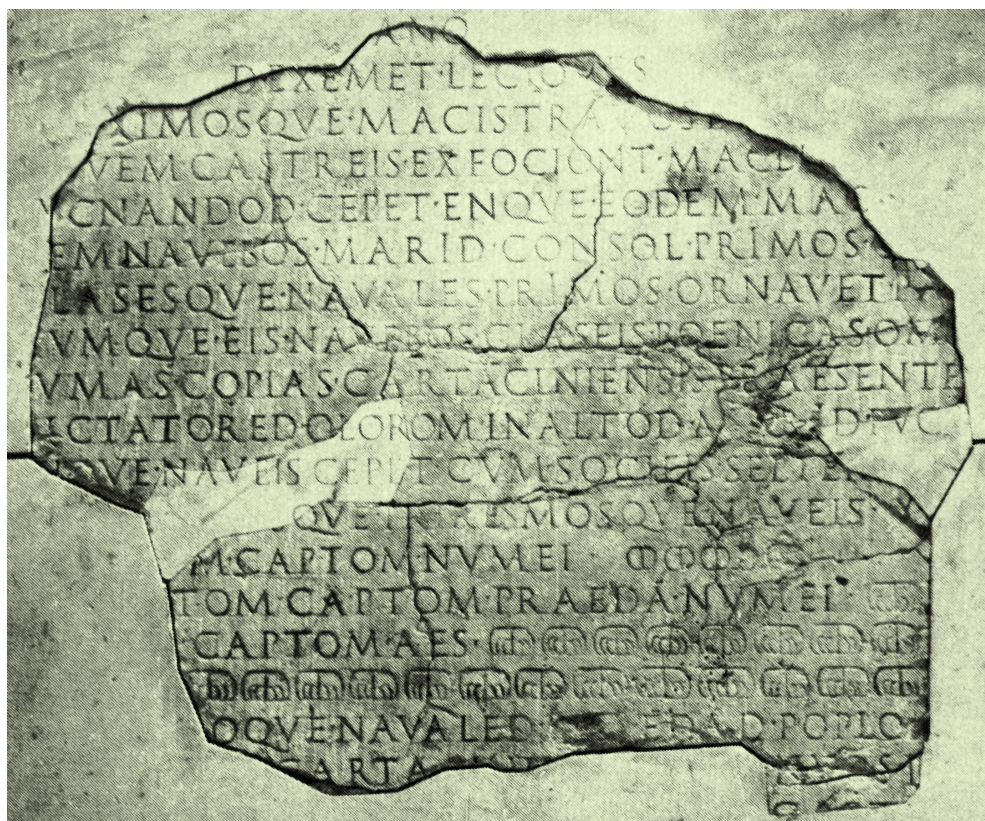
Essa diferença pode ser observada no monumento chamado Coluna Rostral de Duílio, construído no ano 260 antes da nossa Era, em Roma. Nele, estão inscritas entre 23 e 33 cópias de CCCC (número que representa 100.000) para registrar um saque de mais de 2 milhões de moedas de bronze. Somente mais tarde, na Idade Média (período entre os séculos 5 e 15), o M tornou-se um símbolo comum para 1.000.

Também podemos encontrar uma representação da numeração romana diferente da que conhecemos hoje no Coliseu de Roma, que teve sua construção finalizada por volta do ano 80 da nossa Era. Diante do portão 54, esse número está representado não pelas letras LIV, como aprendemos atualmente, mas por LIIII.

O sistema de numeração romano é um sistema alfabético, isto é, um sistema de numeração em que os números são representados por letras do alfabeto, letras estas que também são usadas para compor palavras – o que pode resultar em algumas confusões...

Por exemplo, em latim, "MIX" pode significar "misturo" ou "eu misturo", mas também poderia ser lido como os numerais romanos M (1000), I (1), e X (10), totalizando 1009.

Mesmo em português pode ocorrer confusão. Considere a frase "QUANDO VI O RELÓGIO MARCANDO VI, PERCEBI QUE O ENCONTRO ESTAVA MARCADO PARA AS VI." Neste exemplo, o primeiro "VI" é interpretado como uma palavra em português, o verbo "ver" no passado (vi). O segundo e o terceiro "VI" são algarismos romanos que representam o número 6.



Reprodução da Coluna Rostral de Duílio, com destaque para a parte com as inscrições de várias cópias de CCCC.

Wikimedia Commons



Portão 54 do Coliseu de Roma.

Reprodução

Outras línguas também têm sistemas numéricos que usam as letras do seu alfabeto para representar números, como o hebraico e o árabe. É preciso, portanto, ser muito familiarizado com o idioma para não se embaralhar com a leitura!

O que é matemática?



Se você tivesse que explicar o que é a matemática, como faria? Essa tarefa não parece fácil e não é mesmo. O próprio entendimento do que é matemática e do que ela trata mudou com o tempo. Então, que tal saber um pouco como a matemática tem sido vista ao longo da história?

Para o filósofo grego Aristóteles, que viveu entre 384 e 322 antes da nossa Era, matemática era a ciência da quantidade. Tempos depois, o físico e astrônomo italiano Galileu Galilei, que viveu entre 1564 e 1643, disse que a matemática é a linguagem com a qual Deus escreveu o universo. O matemático estadunidense Benjamin Peirce, que viveu entre 1809 e 1880, definiu a matemática como a ciência que extrai condições necessárias. Já o físico e filósofo da ciência francês Jules Henri Poincaré, que viveu entre 1854 e 1912, acreditava que a matemática é a arte de dar o mesmo nome para coisas diferentes. O filósofo britânico Bertrand Russell, que viveu entre 1872 e 1970, defendia que a matemática é o assunto no qual nunca sabemos do que estamos falando, nem se o que estamos dizendo está certo.

Segundo o matemático inglês Godfrey Harold Hardy, que viveu entre 1877 e 1947, um matemático, assim como um pintor ou um poeta, é um criador de padrões. Já o escritor português Fernando Pessoa, que viveu entre 1888 e 1935, definia a matemática como uma linguagem perfeita, mais nada. O poeta e jornalista brasileiro Mário Quintana, que viveu entre 1906 e 1994, dizia que a matemática é o único pensamento sem dor. Para o matemático britânico Walter Warwick Sawyer, que viveu entre 1911 e 2008, matemática é a classificação e o estudo de todos os possíveis padrões. O matemático russo Vladimir Igorevich Arnold, que viveu entre 1937 e 2010, defendia que a matemática é a parte da física na qual os experimentos são baratos.

Nos últimos anos, outras definições têm surgido. Por exemplo: para o matemático alemão Günter Matthias Ziegler, a matemática é a ciência da computação sem eletricidade; já para o matemático brasileiro Romulo Campos Lins, matemática é o que o matemático faz quando ele diz que está fazendo matemática. Há ainda outras tentativas de definir a matemática, e muitas mais devem surgir. Será que alguma delas será sua?

Esta edição tem texto de Humberto Bortolossi, Departamento de Matemática Aplicada, Universidade Federal Fluminense, e revisão científica de Marco Moriconi, Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.



As edições especiais da Ciência Hoje das Crianças (CHC) são publicações do Instituto Ciência Hoje.

Coordenação editorial:
Bianca Encarnação.

Editores de texto:
Bianca Encarnação, Cathia Abreu, Elisa Martins e Thaís Fernandes.

Direção de arte:
Walter Vasconcelos.

Programação visual e diagramação:
Fernando Vasconcelos e Luiza Merege.

Ilustrações: Marcelo Pacheco e Walter Vasconcelos.

Contato:
redacao.chc@cienciahoje.org.br